

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 09-022432

(43)Date of publication of application : 21.01.1997

(51)Int.Cl.

G06F 17/60

G05B 23/02

(21)Application number : 07-171777

(71)Applicant : HITACHI LTD

(22)Date of filing : 07.07.1995

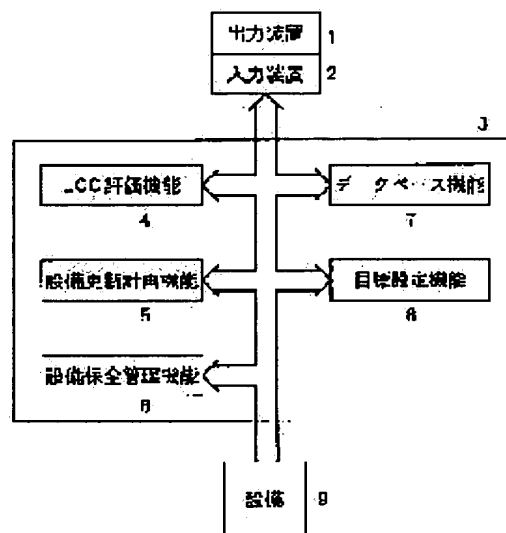
(72)Inventor : ABE HIROMICHI  
MUKAIDE MASAOKI  
TOYODA TAKEJI  
OKUDA MASAO  
SANO TAKASHI

## (54) FACILITY MAINTENANCE MANAGEMENT METHOD AND SYSTEM

### (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a system which decides the life cycle costs of plural equipments of a building, etc., and also decides the optimum updating time of every equipment.

**SOLUTION:** The running costs are collected from a facility 9 consisting of plural equipments, and also an initial cost is inputted by an operator via an input device 2. The trends are decided based on these initial and running costs, and an estimated life cycle cost of every equipment is decided by an LCC evaluation function 4. The estimated life cycle cost is compared with a target life cycle cost that is previously set by a target setting function 8. The result of this comparison is displayed on an output device 1. Then a facility updating planning function 5 decides the optimum updating time of every equipment based on the estimated life cycle cost decided by the function 4.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

(19)



JAPANESE PATENT OFFICE

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **09022432 A**

(43) Date of publication of application: **21 . 01 . 97**

(51) Int. Cl

**G06F 17/60**  
**G05B 23/02**

(21) Application number: **07171777**

(22) Date of filing: **07 . 07 . 95**

(71) Applicant: **HITACHI LTD**

(72) Inventor: **ABE HIROMICHI**  
**MUKAIDE MASAOKI**  
**TOYODA TAKEJI**  
**OKUDA MASAO**  
**SANO TAKASHI**

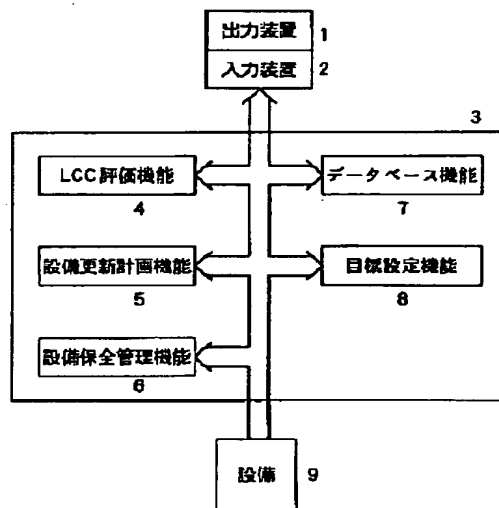
**(54) FACILITY MAINTENANCE MANAGEMENT  
METHOD AND SYSTEM**

(57) Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a system which decides the life cycle costs of plural equipments of a building, etc., and also decides the optimum updating time of every equipment.

**SOLUTION:** The running costs are collected from a facility 9 consisting of plural equipments, and also an initial cost is inputted by an operator via an input device 2. The trends are decided based on these initial and running costs, and an estimated life cycle cost of every equipment is decided by an LCC evaluation function 4. The estimated life cycle cost is compared with a target life cycle cost that is previously set by a target setting function 8. The result of this comparison is displayed on an output device 1. Then a facility updating planning function 5 decides the optimum updating time of every equipment based on the estimated life cycle cost decided by the function 4.

COPYRIGHT: (C)1997,JPO



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平9-22432

(43) 公開日 平成9年(1997) 1月21日

(51) Int.Cl. <sup>8</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
G 0 6 F 17/60			G 0 6 F 15/21	K
G 0 5 B 23/02		0360-3H	G 0 5 B 23/02	R

審査請求 未請求 請求項の数8 O L (全 12 頁)

(21) 出願番号 特願平7-171777

(22) 出願日 平成7年(1995) 7月7日

(71) 出願人 000005108

株式会社日立製作所

東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地

(72) 発明者 阿部 裕道

東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地

株式会社日立製作所内

(72) 発明者 向出 正明

茨城県日立市大みか町七丁目1番1号 株

式会社日立製作所日立研究所内

(72) 発明者 豊田 武二

東京都千代田区内神田一丁目1番14号 日

立プラント建設株式会社内

(74) 代理人 弁理士 小川 勝男

最終頁に続く

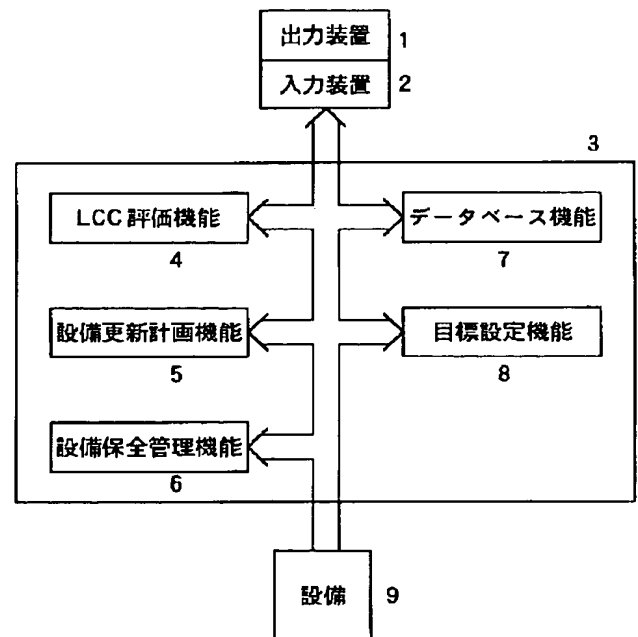
(54) 【発明の名称】 設備保全管理方法及び設備保全管理システム

(57) 【要約】

【目的】 ビル等の複数の機器について、将来にわたるライフサイクルコスト及び機器の最適更新時期を決定するシステムを提供する。

【構成】 複数の機器からなる設備9からランニングコストを収集すると共に入力装置2からオペレータによりイニシャルコストを入力する。このイニシャルコスト及びランニングコストからそれぞれ傾向を求めLCC評価機能4で予測生涯費用を決定する。決定した予測生涯費用は予め設定されている目標生涯費用と目標設定機能8で比較し、その結果を出力装置1に表示する。さらに設備更新計画機能5では、LCC評価機能4の予測生涯費用から機器の最適更新時期を決定する。

図 1



1

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】複数の機器と該機器に対する仕様データを入力する入力装置と該入力装置及び該機器から取得したデータに基づいて該機器の管理を行う管理装置と該管理装置の結果を表示する出力装置とを備えた設備保全システムであって、

前記管理装置は該設備からのデータを変換する変換機能と、該変換されたデータと前記入力装置から入力されたデータに基づいて前記各機器の予測生涯費用を決定する予測生涯費用決定機能と、該決定された予測生涯費用と予め定めた目標生涯費用とを比較する比較機能と、該比較結果に基づいて機器の状態を表示するための表示処理機能とを備えたことを特徴とする設備保全管理システム。

【請求項2】請求項第1項において、前記管理装置は、前記機器に関するデータを蓄えたデータベース機能を備え、前記予測生涯費用決定機能は該データベース機能のデータと前記変換機能とのデータに基づいて予測生涯費用を決定することを特徴とする設備保全管理システム。

【請求項3】請求項第1項において、前記表示機能は、前記機器の配置状態に基づいて前記機器が異常であるか判定し、該判定結果を前記表示装置に表示することを特徴とする設備保全管理システム。

【請求項4】複数の機器と該機器に対する仕様データを入力する入力装置と該入力装置及び該機器から取得したデータに基づいて該機器の管理を行う管理装置と該管理装置の結果を表示する出力装置とを備えた設備保全システムであって、

前記管理装置は該設備からのデータを変換する変換機能と、該変換されたデータと前記入力装置から入力されたデータに基づいて前記各機器の予測生涯費用を決定する予測生涯費用決定機能と、該決定された予測生涯費用に基づいて前記機器の最適組合せを決定する更新計画機能と、該決定された最適更新時期を表示するための表示処理機能とを備えたことを特徴とする設備保全管理システム。

【請求項5】請求項第4項において、前記表示処理機能は、前記機器の最適更新時期を累積グラフにより表示することを特徴とする設備保全管理システム。

【請求項6】複数の機器と該機器に対する仕様データを入力する入力装置と該入力装置及び該機器から取得したデータに基づいて該機器の管理を行う管理装置と該管理装置の結果を表示する出力装置とを備えた設備保全システムであって、

前記管理装置は該設備からのデータを変換する変換機能と、該変換されたデータと前記入力装置から入力されたデータに基づいて前記各機器の予測生涯費用を決定する予測生涯費用決定機能と、前記機器に対して予め定めら

2

れた順に該決定された予測生涯費用を組合せ前記機器の最適組合せを決定する更新計画機能と、該決定された最適更新時期を表示するための表示処理機能とを備えたことを特徴とする設備保全管理システム。

【請求項7】請求項第6項において、前記優先順位は各機器の最適更新時期に基づいて決定することを特徴とする設備保全管理システム。

【請求項8】機器の状態と入力装置から入力される該機器に関するデータに基づいて前記機器の管理する方法であって、

前記機器の状態と前記入力装置から入力されたデータに基づいて前記機器の予測生涯費用を決定し、該決定した予測生涯費用及び設備の更新に必要な更新費用から各年に対する該機器の更新時期及び生涯費用の年価を決定し、

該決定された生涯費用の年価のうち最も小さい生涯費用の年価に対する更新時期を最適更新時期とすることを特徴とする設備管理方法。

## 【発明の詳細な説明】

20 【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、ビルなどの建築物における昇降機、電気設備、空調設備等の機器の保全及び更新計画に関するもので、これら設備のLCCのコスト効率を図るものに関する。

## 【0002】

【従来の技術】近年、複数の機器が配置されているビルなどにおいて、これらの機器の低コストで管理・運用するためにこれらの機器を最適に制御することが行われている。しかしながら、これらの機器に対する制御は十分に行われており、更に低コストな管理・運用を行うためには機器のライフサイクルコストに基づいて管理・運用を行っていく必要がある。

【0003】特開平2-276413号公報には、オフィス内の配線に係るライフサイクルコストをオフィスプランニング計画者が、簡単に各配線方式のライフサイクルコストを求める技術が記載されている。つまり、ここではパラメータ設定のための基準値を予め設定しておき、基準値と異なるパラメータの値のみを入力しライフサイクルコストを求めるものである。

【0004】また、特開平5-28160号には、人為的要因に基づく誤り介入を排除するために、コンピュータでオンラインで取り込んだデータに基づいて保全管理スケジュールを決定することが記載されている。

## 【0005】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上記の従来技術では機器の現在のランニングコストからライフサイクルコストを決定するものである。つまり、機器に対しては現在のライフサイクルコストしか求められない。

【0006】これに対して近年のビルの管理運行を行う

ためには将来に渡って各機器がライフサイクルコストがどのように変化していくのか、またそのライフサイクルコストの変化により各機器をどのように管理するかが重要となってくる。

【0007】本発明は、このような将来のライフサイクルコストを求め、オペレータに機器の最適更新時期を知らせることにより、より円滑にビルの運用あるいは運用についての計画を立てられるようにする設備保全管理システムを提供することを目的としたものである。

【0008】

【課題を解決するための手段】上記目的は、複数の機器と該機器に対する仕様データを入力する入力装置と該入力装置及び該機器から取得したデータに基づいて該機器の管理を行う管理装置と該管理装置の結果を表示する出力装置とを備えた設備保全システムであって、前記管理装置は該設備からのデータを変換する変換機能と、該変換されたデータと前記入力装置から入力されたデータに基づいて前記各機器の予測生涯費用を決定する予測生涯費用決定機能と、該決定された予測生涯費用と予め定め目標生涯費用とを比較する比較機能と、該比較結果に基づいて機器の状態を表示するための表示処理機能とを備えることにより達成することができる。

【0009】また、上記設備保全システムにおいて、前記管理装置は、前記機器に関するデータを蓄えたデータベース機能を備え、前記予測生涯費用決定機能は該データベース機能のデータと前記変換機能とのデータに基づいて予測生涯費用を決定することが上記目的を達成する上で好ましい。

【0010】また、上記設備保全システムにおいて、前記表示機能は、前記機器の配置状態に基づいて前記機器が異常であるか判定し、該判定結果を前記表示装置に表示することが上記目的を達成する上で好ましい。

【0011】また、上記目的は複数の機器と該機器に対する仕様データを入力する入力装置と該入力装置及び該機器から取得したデータに基づいて該機器の管理を行う管理装置と該管理装置の結果を表示する出力装置とを備えた設備保全システムであって、前記管理装置は該設備からのデータを変換する変換機能と、該変換されたデータと前記入力装置から入力されたデータに基づいて前記各機器の予測生涯費用を決定する予測生涯費用決定機能と、該機能された予測生涯費用に基づいて前記機器の最適組合せを決定する更新計画機能と、該決定された最適更新時期を表示するための表示処理機能とを備えることにより達成することができる。

【0012】また、上記設備保全管理システムにおいて前記表示処理機能は、前記機器の最適更新時期を累積グラフにより表示することが上記目的を達成する上で好ましい。

【0013】また、上記目的は複数の機器と該機器に対する仕様データを入力する入力装置と該入力装置及び該

機器から取得したデータに基づいて該機器の管理を行う管理装置と該管理装置の結果を表示する出力装置とを備えた設備保全システムであって、前記管理装置は該設備からのデータを変換する変換機能と、該変換されたデータと前記入力装置から入力されたデータに基づいて前記各機器の予測生涯費用を決定する予測生涯費用決定機能と、前記機器に対して予め定められた順に該決定された予測生涯費用を組合せ前記機器の最適組合せを決定する更新計画機能と、該決定された最適更新時期を表示するための表示処理機能とを備えることにより達成することができる。

【0014】また上記設備保全システムにおいて、前記優先順位は各機器の最適更新時期に基づいて決定することが上記目的を達成する上で好ましい。

【0015】また上記目的は機器の状態と入力装置から入力される該機器に関するデータに基づいて前記機器の管理する方法であって、前記機器の状態と前記入力装置から入力されたデータに基づいて前記機器の予測生涯費用を決定し、該決定した予測生涯費用及び設備の更新に必要な更新費用から各年に対する該機器の更新時期及び生涯費用の年価を決定し、該決定された生涯費用の年価のうち最も小さい生涯費用の年価に対する更新時期を最適更新時期とすることにより達成することができる。

【0016】

【作用】複数の機器と該機器に対する仕様データを入力する入力装置と該入力装置及び該機器から取得したデータに基づいて該機器の管理を行う管理装置と該管理装置の結果を表示する出力装置とを備えた設備保全システムであって、前記管理装置は該設備からのデータを変換する変換機能により予測生涯費用を求めるデータに変換し、該変換されたデータと前記入力装置から入力されたデータに基づいて前記各機器の予測生涯費用を予測生涯費用決定機能により決定する。そして、該決定された予測生涯費用と予め定め目標生涯費用とを比較機能で比較し機器が異常であるかどうかの判断の指標とし、該比較結果に基づいて機器の状態をオペレータに表示する。

【0017】また、予測生涯費用決定機能で決定された予測生涯費用に基づいて前記機器の最適更新時期を更新計画機能にて決定し、該決定された最適更新時期を表示装置に表示することによりオペレータの設備更新の計画を支援する。

【0018】更に機器の状態と入力装置から入力される該機器に関するデータに基づいて前記機器の管理する方法であって、前記機器の状態と前記入力装置から入力されたデータに基づいて前記機器の予測生涯費用を決定し、該決定した予測生涯費用及び設備の更新に必要な更新費用から各年に対する該機器の更新時期及び生涯費用の年価を決定し、該決定された生涯費用の年価のうち最も小さい生涯費用の年価に対する更新時期を最適更新時期として最適で低コストな設備保全管理を提供する。

10

20

30

40

50

【0019】また、予測生涯費用決定機能で決定された複数の機器の予測生涯費用に基づいて前記機器の最適更新時期を更新計画機能にて決定し、該決定された最適更新時期に基づいて更新対象となる機器の候補となる機器についての年価から最適な候補を順次決定することにより、生涯予測費用を最小とする最適な機器の組合せを決定することができる。

#### 【0020】

【実施例】以下、本発明を図面を用いて説明する。

【0021】図1は、本発明の一実施例であるLCC評価を用いた設備保全システムの構成を示したものである。本システムは、例えばビルの中に設置されている昇降機、電気設備、空調設備、給排水衛生設備等の対象となる設備9の予測生涯費用、及び設備の最適減価償却時期（最適設備更新時期）をオペレータに知らせるシステムである。これにより、最小の費用で設備を更新することができ、ビル全体の設備からみれば最適な保全が図られるシステムである。

【0022】本LCC評価を用いた設備保全システムはキーボードなどの出力装置1とCRT等の入力装置2、対象となる設備9からデータを受けライフサイクルコストである予測生涯費用、更にこの予測生涯費用から設備の最適減価償却時期を求める設備管理装置3からなる。

【0023】そして、この設備管理装置3は、LCC評価機能4、設備更新計画機能5、設備保全管理機能6、データベース機能7、目標設定機能8からなる。

【0024】次に本LCC評価を用いた設備保全システムの動作にしたがって説明する。

【0025】まず本システムで対象となる設備9の各機器について順に予測生涯費用を求める場合について説明する。いま一つの機器について考えた場合、オペレータは予め対象機器の企画費、設備費、建設費等からなるイニシャルコスト及び機器の廃棄の際に必要なとする費用、すなわち廃棄コストをキーボードから入力しておく。この入力されたイニシャルコストはLCC評価機能4に備えられた記憶部（図示していない）に蓄えられる。また、オペレータは対象機器の目標とする生涯費用をキーボードより入力する。オペレータから入力された生涯費用は目標生涯費用として目標設定機能8に格納される。

【0026】一方、対象となる設備9の各設備について設備保全管理機能6は消費エネルギーを取得している。設備保全管理機能6では、各機器から取得した消費エネルギーから対象とする機器が運用するためにどのくらい\*

$$U(n) = a U_1(n) + b U_2(n)$$

ここで、 $U(n)$  :  $n$ 年または $n$ 月後の運用費

$U_1(n)$  :  $n$ 年または $n$ 月後に対する運用費の関数

$U_2(n)$  :  $n$ 年または $n$ 月後に対する運用費の関数

$a + b = 1$

$a$ と $b$ については、例えば第2の記憶部22に格納され※

$$R(n) = U(n) + S(n)$$

\*のコストが必要となっているか予め定められた式に基づいて算出する。このように算出された運用するために必要なコストを運用費という。そしてこの運用費を各機器毎に設備保全管理機能6に備えられた記憶部（図示していない）に蓄える。

【0027】LCC評価機能4はオペレータの入力あるいは一定周期で起動されるように構成されており、図2に示すようにイニシャルコスト、設備の廃棄費用等、入力装置2からのデータを格納する第1の記憶部41、設備保全管理機能6から送られてくる運用費のデータを格納する第2の記憶部42、予測関数を求める予測部43、予測生涯費用を求める評価部44から構成されている。そしてLCC評価機能が起動されるとまず第2の記憶部42に設備保全管理機能6に蓄えられている機器の運用費を格納する。次に予測部43において、第1の記憶手段に格納されている各種製品のイニシャルコストデータ及び将来の物価上昇率より設備更新時のイニシャルコストを予測する。

【0028】イニシャルコスト、廃棄コストの傾向を示す関数は経験値により予測する。

【0029】また、ランニングコストについては次のように求める。

【0030】ランニングコストに依存するパラメータとして減価償却費、管理人件費、光熱費、保守・修繕費、設備故障時の損害費がある。

【0031】まず、減価償却費は、税法にて定められた算出法にて定めることができる。管理人件費は、年単位、期単位に決められる契約費の変動と相場により予測することができる。しかしながら、光熱費、保守・修繕費等（以下、運用費という。）は簡単に求めることができないので次のような方法により求める。

【0032】まず、LCC評価機能1の第2の記憶部42に格納されている運用費から月または年に対する運用費の近似曲線の関数 $U_1(n)$ を求める。これは、最小自乗法、累積ハザード法により求める。次に、データベース機能7に蓄えられている同一機器の運用費を収集し、同様に最小自乗法、或いは累積ハザード法により月または年に対する運用費の近似曲線の関数 $U_2(n)$ を求める。

【0033】そして、求めた2つの近似曲線から式(1)に従って対象設備の運用費を求める。

【0034】

$$\dots (1)$$

※ているデータ量とデータベース機能7に格納されているデータ量の比と設定する。あるいは式(1)に従わずに単に $U_1(n)$ と $U_2(n)$ の平均を求めてもよい。そして、ランニングコスト $R(n)$ は、減価償却費、人件費等の費用を $S(n)$ とすると、

$$\dots (2)$$

で表わされる。

【0035】データベース機能7には、設備メーカーあるいは保守会社が保有する設備の運用費を予め格納しておく。そしてこのようにデータベース機能7を設けるのは、既設の機器に対して本システムを適用した場合、設備直後では設備保全管理機能6で収集してあるデータ量が少ないために予測ができないことや、あるいは予測ができたとしても精度が低い場合があり、精度をあげるためにデータベース機能7に格納されているデータを利用＊

$$L(n) = I(n) + R(n)$$

このように、LCC評価機能4にて求められた予測生涯費用は次に目標設定機能8に入力される。この目標設定機能8では、予めオペレータによって設定されている目標生涯費用と比較を行う。そして、その比較結果を設備保全管理機能6に渡す。設備保全管理機能6では、比較結果を受けとり予め設定した処理を行いその結果を出力装置1に表示することによりオペレータに知らせる。尚、設備保全管理機能6についての詳細は後述する。

【0038】次に本システムで対象となる設備9の各機器の最適更新時期を求める場合について説明する。

【0039】機器の最適更新時期は図1の設備更新計画機能5によって求められる。設備更新計画機能5の処理を図3に示す。この設備更新計画機能5はオペレータの入力に基づいて起動してもよいし、または予め定めた周期に基づいて起動するようにしてもよい。設備更新計画機能5が起動されると、まず設定更新計画機能5から現在までの機器の生涯費用を取得する。この取得した費用を図4に示すように横軸を年、縦軸を生涯費用として2次元のグラフに展開する。次に、現在から1年後に設備を更新するものとして、1年後の予測生涯費用を設定更新計画機能5より求める。そして、この年に設備を更新するためこの1年後の値に更新費であるイニシャルコスト及び廃棄費用を加える。次にこの更新費を加えた時点を出発点としてその後の予測生涯費用を算出し、図5に示すように2次元に展開していく。ある一定の時期まで予測が終了したら、次に原点と1年後以降の各年ごとに求められた予測生涯費用とを直線でむすび、その傾きを求める。そして各年毎に直線の傾きを求めその傾きが最小の年を更新時期の候補として抽出する。つまり、原点からの直線の傾きは、各年の生涯費用の年価を表わす※40

$$L(n)' = I_1(n) + L(n) + I_2(n) + H \quad \dots (4)$$

そして、原点と生涯費用は直線  $y = \alpha x$  で結ぶのでその傾き  $\alpha$  は式(5)で求められる。

$$\alpha = L(n)' / n$$

設備更新計画機能5ではこのように最適更新時期を決定し、その結果を出力装置1に表示する。

【0047】これまででは、1つの機器について説明してきたが実際にはビルには複数の設備が配置されておりビル全体としての設備更新の計画を立てる必要がある。そのため、ここでは設備更新計画機能5で複数の設備を対

＊する。そして、LCC評価機能4が起動される毎に関数を求めていくので、時間の経過に従ってデータ量が増加するので関数の精度が向上する。

【0036】このようにして予測部43にて求められたイニシャルコスト  $I(n)$ 、廃棄コスト  $H(n)$  及びランニングコスト  $R(n)$  に基づいて評価部44では予測生涯費用  $L(n)$  を算出する。

【0037】

… (3)

※とになるので、傾きが最も小さくなる年が生涯費用の年価が最も易くなる点となる。

【0040】次に更新時期を2年目として同様に現在までの生涯費用に続けて2年後までの予測生涯費用を求める。そして2年後の予測生涯費用にイニシャルコスト及び廃棄費用を加え、この加えた時点から新たに3年後以降の予測生涯費用を求めて2次元に展開していく。そして、原点と3年目以降の予測生涯費用をそれぞれ直線でむすびその傾きを求める。そして、この傾きが最小の年を更新時期の候補として抽出する。

【0041】このようにして、1年後から予め定めた  $x$  年後までの更新時期の候補を求め、図6に示すように更新時期の候補を横軸に、直線の傾きを縦軸にとり2次元に展開する。このようにすることにより最小の傾きを抽出することができる。すなわち、この傾きが最小の年が生涯費用の年価が最も安くなるので最適更新時期と決定する。

【0042】このようにして、最適更新時期が決定されたら次の機器に対しても同様の処理を行い、全ての機器の最適更新時期を決定する。

【0043】これまで最適更新時期の決定方法を概念的に説明したが具体的に設備更新計画機能5では、例えば図7の処理に従って最適更新時期の決定を行う。ここで、この処理に出てくる式について説明しておく。

【0044】生涯費用は式(3)で決定されるので、これにイニシャルコストをそれぞれ  $I_1(n)$ 、 $I_2(n)$ 、廃棄費用を  $H$  とすると、更新後の生涯費用  $L(n)'$  は式(4)で求められる。

【0045】

★【0046】

… (5)

象とした場合の機器の最適な組合せを求める方法について説明する。

【0048】ここで複数の機器についての判断を行うため、どの機器から更新するか優先順位をつけて決定する方法について説明する。そして、この優先順位としては次のようなものがある。

【0049】①各機器の最適更新時期の短いものから優先順位を決定する方法。

【0050】②機器の更新に伴う損害費用の大きいものから順に優先的に更新する方法。例えば、複数の機器により1つのプロセスが行われているような場合は、その中の1つの機器を更新するためにプロセス全体が停止してしまうので、それに伴う損害が非常に大きくなる。このような場合には損害が大きくなると思われるものから優先的に機器を更新する。この場合、予め機器間の関係を格納しておき優先順位の決定を行うときに、この格納した機器間の関係から優先順位を決定する。

【0051】また、1つの機器だけでなくプロセスを実行する機器全部を更新する場合は次の③による方法でも良い。

【0052】③予め予算が決められている場合は、予算以上の設備更新費を使うことができないので、この予算に合う設備から順に更新する方法。この場合は、その都度オペレータの入力により優先順位を決定する。

【0053】③機器の配置に基づいて優先順位を決定する方法。空調機等のように1つの部屋に複数の機器が備えられている場合に、中央の空調機が故障した場合はその周囲にある空調で環境を整えることができるが、部屋の隅に備えられている空調機が故障した場合には、なかなか他の空調機で補うことができない。このような場合に、機器の配置位置に対する重要度を予め定めておき、これに基づいて優先順位を決定し更新する。

【0054】ここでは①の各機器の最適更新時期に優先順位を決定する方法について述べる。

【0055】まず、先に述べたのと同様の方法により各機器に対する最適更新時期を決定する。即ち、機器の予測生涯費用を求めこれと原点から引いた直線の傾きを求めて生涯費用の年価の最小となる最適更新時期を各機器ごとに決定する。次にこの決定された最適更新時期に基づいて更新時期が短いものから各機器に対し優先順位を決定する。

【0056】そして、決定した優先順位に基づいて最初に更新時期がきた時点で対象機器を変更する。この時、変更する機器として複数の機器の候補がある場合、各機器を考慮したランニングコストを求め、生涯予測費用が最小となる機器を選択する。そして次に優先順位が高い機器の更新についても同様に処理を行い、結果として予測生涯費用が最小となる機器の組合せを決定することができる。

【0057】図8に生涯予測費用が最小となる機器の組合せを決定する処理を示す。尚、本処理では前処理として図7の処理が行われていることを前提とする。

【0058】では、図8の処理について具体的に4つの機器A、B、C、Dを仮定して詳細に説明する。

【0059】まず、前処理として4つの機器A、B、C、Dの各最適更新時期を求めたところ、それぞれ予測

生涯費用の年価が $\alpha_A, \alpha_B, \alpha_C, \alpha_D$ 、最適更新時期が $n_A, n_B, n_C, n_D$  ( $n_A < n_B < n_C < n_D$ ) であるとする。

【0060】従って、「対象機器数P」は4に設定され、「優先順位決定」により機器A、B、C、Dの順に優先順位が決定される。

【0061】次に、「 $n_i$ までの生涯費用の算出」において、優先順位が最も高い機器Aの更新時期 $n_A (= n_i)$ における生涯費用を算出する(なお、ここで算出される生涯費用とは既に得られているランニングコスト、インシヤルコストから得られる生涯費用と、ランニングコスト、インシヤルコストを予測して求めた生涯予測費用との和である。)。そして、この場合の生涯予測費用は全ての機器のインシヤルコストの総和 $I_i$ と $n_A$ における全ての機器のランニングコスト $R_i$ により決定される。これを、グラフとして表わすと図9(a)のようになる。そして次のステップでは、機器Aの代替となるものがあるかを判断する。ここでは、機器Aの更新として2つの機器A'、A''がある場合について説明する。この場合、候補機器数 $r$ は2となり、それぞれの候補機器の直線の傾きの最小値を求める。つまり、図9(a)に示すように例えば機器A'について説明すると、機器Aの更新時期 $n_A$ の生涯予測費用に機器Aの廃棄コストと機器A'のインシヤルコストを加え、更に機器A'、B、C、Dのランニングコストを加え、プロットしていく。そして、原点とこのプロットした点とを直線でむすび傾きを求め最小の傾きを決定する。これは、先に説明した最適更新時期を決定する場合と同様の方法である。同様に機器A''の場合についても傾きを決定する。そして、この傾きが小さい機器A'を更新機器と決定する。

【0062】以上、機器Aについての処理を終了すると、次の優先順位となるBの更新時期 $n_B$ までの生涯予測費用を求める。ここで求める生涯予測費用は、機器A、B、C、Dによる $n_A$ までの生涯予測費用と機器A'、B、C、Dによる $n_A \sim n_B$ までの生涯予測費用との和になり図9(b)にこれを示す。

【0063】そして、先ほどの機器Aの場合と同様に機器Bの候補があるかを判断し、候補がある場合には先に説明したのと同様に各候補の機器の傾きを求め、その傾きが最も小さい機器を更新機器と決定する。

【0064】このようにして全ての機器を決定することにより図9(c)に示すように生涯予測費用を最小とする機器の組合せを決定することができる。

【0065】例えばここで、機器Aを電源設備、機器Bを吸収冷凍機とした場合、電源設備のみを考え最も生涯予測費用の低い機器を選択することにより機器B、つまり吸収式冷凍機を考慮し、機器Aの代替設備にコージェネを選び、その廃熱利用を考えた方が全体として予測生涯費用を少なくすることができる。従って、機器単体はなく全体として機器選びを行う必要がある。



【0066】本発明では図8に示した処理を、設備更新計画機能5にて行い、最小の生涯予測費用となる機器の組合せを決定し、設備保全管理機能6では、この設備更新計画機能5による最適更新時期を表示装置に表示する。

【0067】このように、LCC評価機能4では機器の予測生涯費用を設備更新計画機能5では機器の最適更新時期を決定する。そしてこれらLCC評価機能4又は設備更新計画機能5の処理結果は逐次設備保全管理機能6に設られ、設備保全管理機能6にてオペレータの指示に従い様々な情報を提供する。

【0068】ここで、設備保全管理機能6について図10を用いて説明する。設備保全管理機能6は先ほど説明したようにLCC評価機能4に用いるランニングコストを求めるものであり、これは運用費算出部61にて行われ、求めたランニングコストを機器ごとに記憶部62に格納する。また、目標設定機能8から送られてきた予測生涯費用と目標生涯費用との比較結果、設備更新計画機能5により決定された最適更新時期に基づいて出力装置1によりオペレータに情報を提供するための処理を行う表示処理部63から構成されている。

【0069】表示処理部63では、オペレータの選択により生涯予測費用の表示の指令が入力された場合には、目標設定機能8により比較された予測生涯費用及び目標生涯費用を出力する。また、LCC評価機能で数年分の予測生涯費用が求められていれば、横軸に年を、縦軸に予測生涯費用（及び目標生涯費用）をとってグラフ表示し、年の経過と共に生涯費用がどのように変化していくかをオペレータに知らせる。

【0070】更には、この予測生涯費用と目標生涯費用との差に対して図11に示すようなテーブルを設けておく。これにより、表示処理部63で予測生涯費用と目標生涯費用との差とこのテーブルとを比較し、単に生涯費用をオペレータに知らせるだけでなく、対象の機器が異常状態であるか、正常状態であるかを知らせることができる。

【0071】また、空調機等の場合のように1つの部屋に複数台備えられているものについては、その部屋に備えられている空調設備全体で判断を行うようにする。つまり1台の空調機の性能が悪く、周囲の空調機で部屋全体の空調を調整している場合には、性能が悪い空調機の予測生涯費用が目標生涯費用より小さく、他の空調機の予測生涯費用が目標生涯費用より大きくなる場合がある。この場合、異常と判断すべきものは予測生涯費用が\*

\* 目標生涯費用よりも小さい空調機である。このような場合に対応させるために部屋ごとに目標生涯費用よりも大きい生涯費用となる設備の台数 $n_A$ と目標生涯費用よりも小さい生涯費用となる設備の台数 $n_B$ とを比較し、 $n_A \leq n_B$ の場合に運用費算出部61で収集する設備の消費エネルギー及び運用条件等をオペレータに表示する。これにより、オペレータはどの空調機が異常なのかを判定することができる。

【0072】また、オペレータにより最適更新時期の表示の指令が入力された場合、先ほど説明した図4の処理に従って、最適更新を求めるグラフと、設備を更新しない場合を表示する。これによりオペレータに設備を更新した場合と更新しない場合とでメリットがどの程度あるのかを知らせる。

【0073】また、本設備保全管理機能6については各機器の制御等を行うビル管理用コンピュータを用いても同様の効果を得ることができる。

【0074】

【発明の効果】以上、本発明によれば将来にわたるライフサイクルコストである予測生涯費用を提供することができるので、どの機器がビル全体のライフサイクルコストに影響を与えるかを知ることができる。

【0075】また、求めた各機器の予測生涯費用から機器の最適更新時期を決定し、提供することにより効率良くビル管理計画を立てることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】LCC評価を用いた設備保全システム。

【図2】LCC評価機能。

【図3】最適更新時期を決定する処理の概要。

【図4】最適更新時期決定方法。

【図5】最適更新時期決定方法。

【図6】最適更新時期決定方法。

【図7】最適更新時期を決定する処理。

【図8】最適機器組合せ方法を決定する処理。

【図9】最適機器組合せ方法。

【図10】設備保全管理機能。

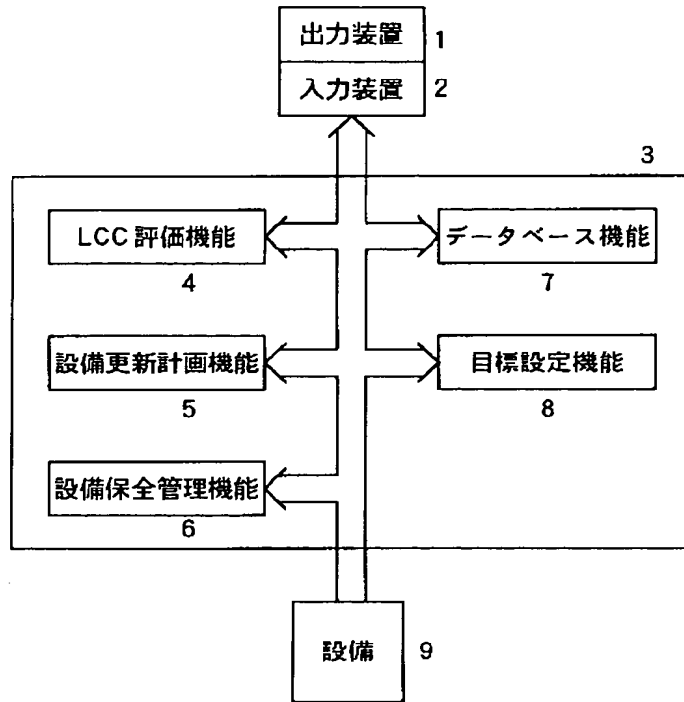
【図11】表示処理を行うためのテーブル。

【符号の説明】

1…出力装置、2…入力装置、3…設備管理装置、4…LCC評価機能、5…設備更新計画機能、6…設備保全管理機能、7…データベース機能、8…目標設定機能、9…設備、41…第1記憶部、42…第2記憶部、43…予測部、44…評価部、61…運用費算出部、62…記憶部、63…表示処理部。

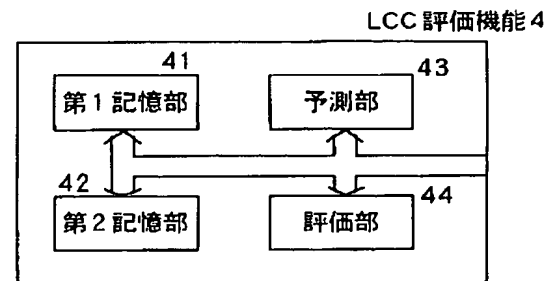
【図1】

図 1



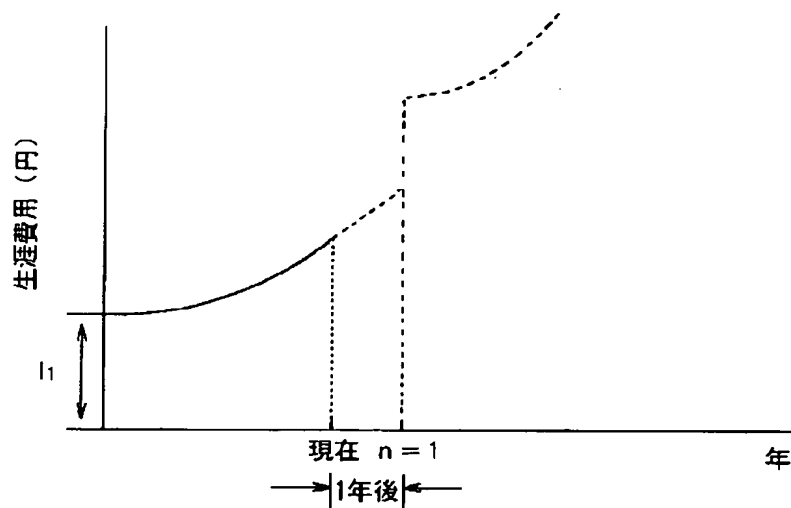
【図2】

図 2



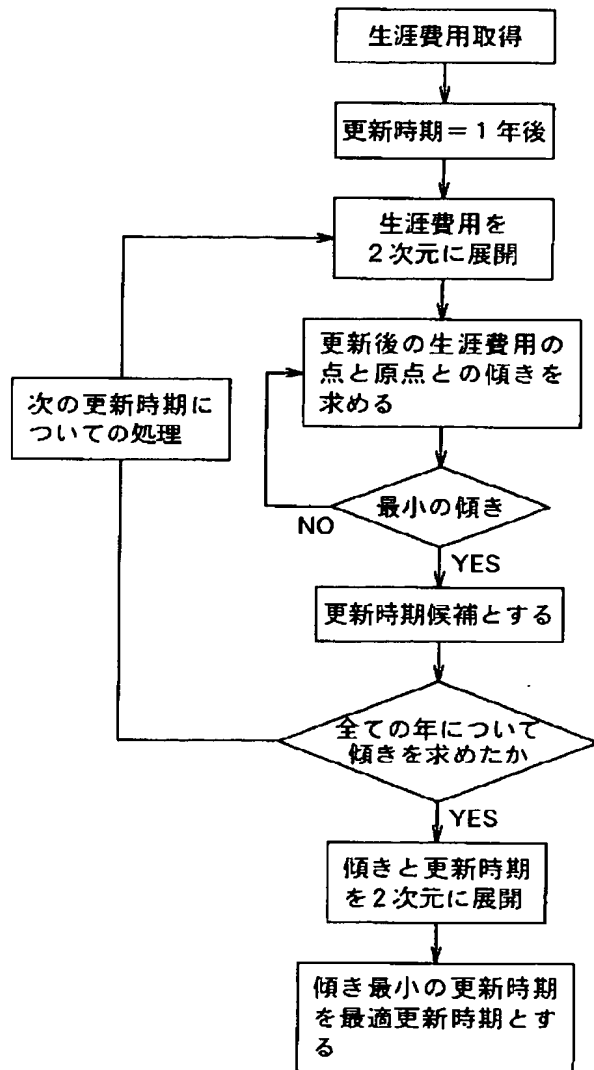
【図4】

図 4



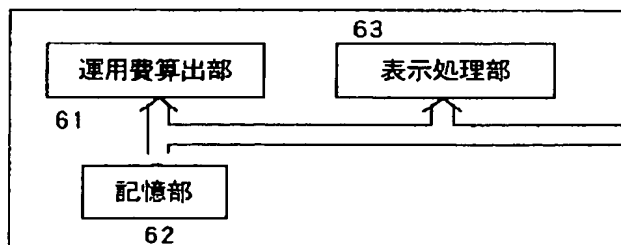
【図3】

図 3



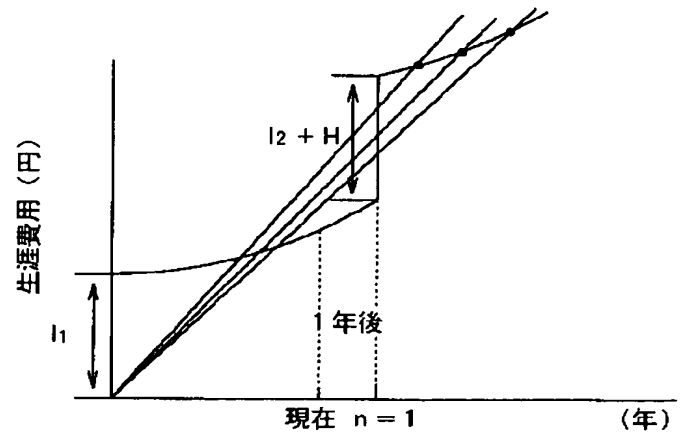
【図10】

図 10



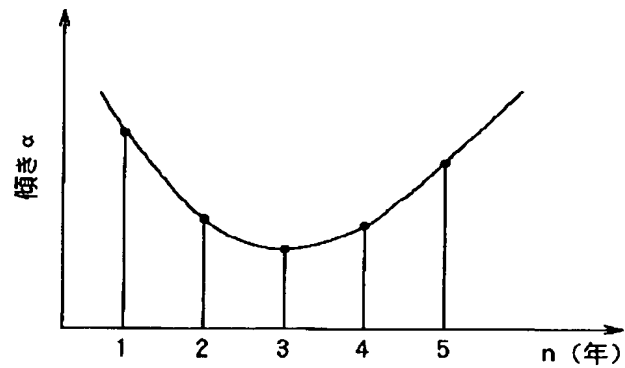
【図5】

図 5



【図6】

図 6



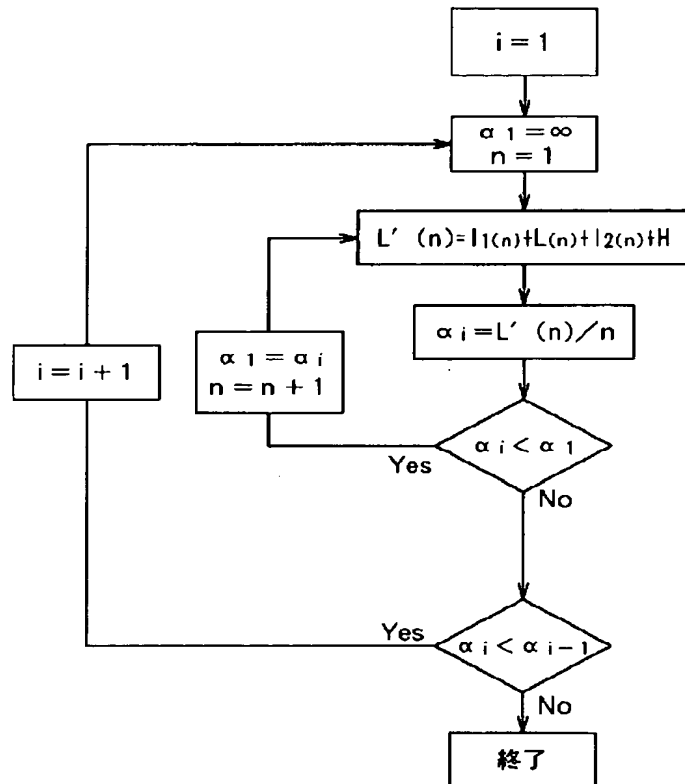
【図11】

図 11

予測生涯費用 - 目標生涯費用	表示内容
A1	目標値よりも低いですが注意して下さい
A2	目標値に近く正常可動です
A3	目標値よりも高いです 今後の予測結果に注意して下さい

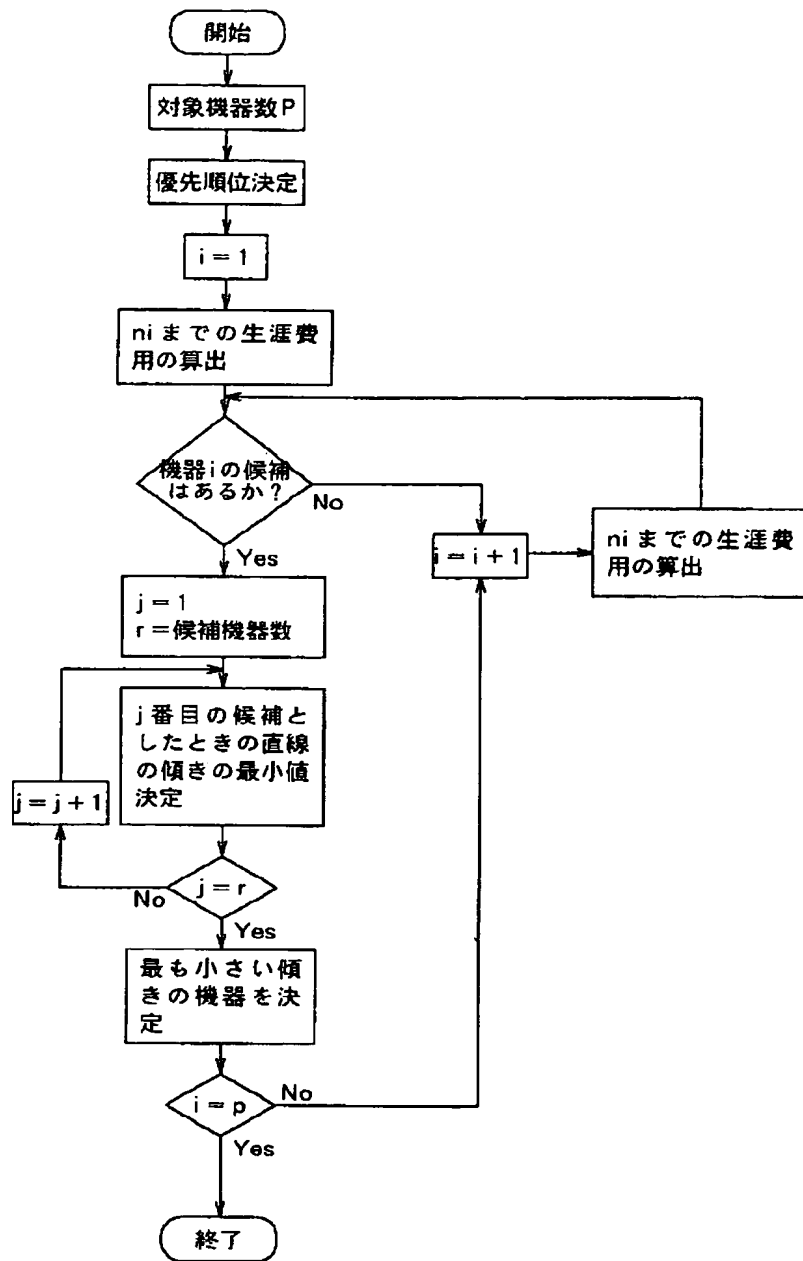
【図 7】

図 7



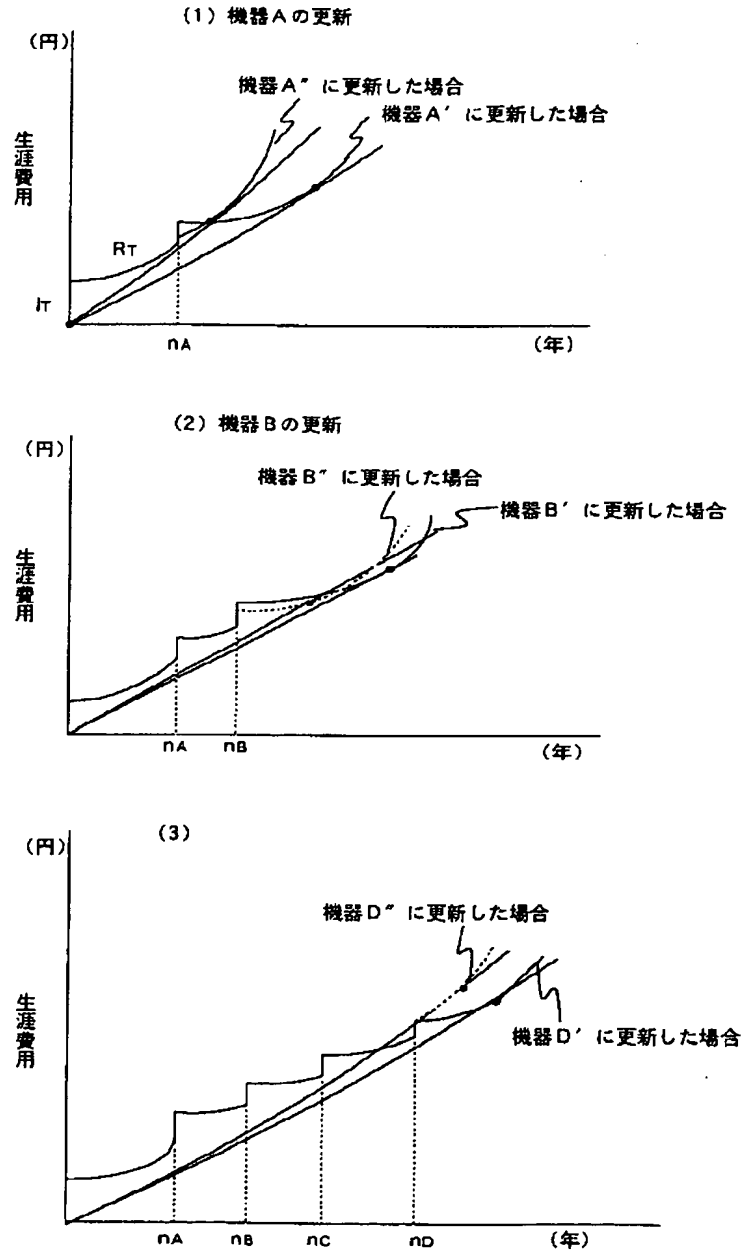
【図8】

図 8



【図9】

図 9



フロントページの続き

(72)発明者 奥田 雅夫  
東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地  
株式会社日立製作所内

(72)発明者 佐野 敬史  
東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地  
株式会社日立製作所内